

Sifat Fisis Mekanis Papan Partikel dari Serat Sisal atau Serat Abaka setelah Perlakuan Uap

Physical and Mechanical Properties of Particleboard Made from Steamed Treated Sisal or Abaca Fibers

Firda Aulya Syamani, Kurnia Wiji Prasetyo, Ismail Budiman, Subyakto, dan Bambang Subiyanto

Abstract

Composites made from natural fibers have several weakness, particularly on thickness swelling, due to fiber dimensional changes during swelling of fiber cell wall or changing of lumen dimension by moisture uptaken. Steam treatment on fiber had been expected could reduced fiber water absorbancy by plasticized matrix of fiber cell walls. Fiber of Sisal and Abaca was chopped into 0.5 ~ 2.0 cm of length. Steam treatment was conducted in autoclave for 30 minutes on 1.15 atm of pressure and 121°C of temperature. Chopped fiber was dried in 60°C oven to obtain 4% of moisture content. Dried fiber was mixed with 10% urea formaldehyde (UF) resin or 8% and 10% melamine urea formaldehyde (MF) resin (based on weight of fiber oven-dried). Glued fiber was formed into 25cm x 25cm x 0.8cm mat, then hot pressed at 20 kgf/cm² pressure for 10 minutes. Target density was 0.7 g/cm³. Composites conditioning was conducted at room temperature for moisture equilibrium to the enviroment. Physical dan mechanical characteristics testing was carried out based on JIS A 5908 for particle board. Steam treatment could improved physical and mechanical properties of particleboard made from sisal fiber using 8% MF.

Key words : *Sisal, Abaca, steam treatment, autoclave, composite, physical and mechanical properties*

Pendahuluan

Pemanfaatan serat alam, sebagai bahan baku produk papan partikel masih membutuhkan berbagai penelitian untuk mendapatkan sifat produk yang memenuhi standar. Produk papan partikel dari serat Abaka dan Sisal masih memiliki kelemahan yaitu sifat pengembangan tebal yang masih tinggi (Syamani *et al.* 2006). Pengembangan tebal disebabkan karena perubahan dimensi serat akibat pengembangan dinding sel serat atau perubahan ukuran rongga serat akibat menyerap air. Penyerapan uap air akan menyebabkan mengembangnya dinding sel serat. Sedangkan rongga serat yang mengecil pada saat pengempaan, mudah kembali ke ukuran semula karena perekat tidak dapat memasuki rongga serat dan mengikatnya dengan baik.

Pengembangan tebal dari produk yang terbuat dari bahan berlignoselulosa dapat diatasi dengan perlakuan uap. Sekino *et al.* (1997) menjelaskan bahwa perlakuan uap terhadap bahan berlignoselulosa dikelompokkan menjadi perlakuan uap terhadap biomassa sebelum pembentukan mat, pengempaan dengan *steam injection* (uap mengenai biomass dan perekat), dan perlakuan uap terhadap panel setelah pengempaan panas. Perekat yang digunakan pada perlakuan uap sebelum pembentukan mat adalah *urea formaldehyde* (UF) atau *melamine urea formaldehyde* (MUF). Sedangkan perekat yang digunakan pada perlakuan *steam injection pressing* dan perlakuan uap setelah pengempaan panas adalah *isocyanate* dan *phenol formaldehyde* (PF).

Menurut Sekino *et al.* (1999), alasan dari ketidakstabilan dimensi suatu panel adalah perubahan bentuk partikel karena penekanan, yang terjadi secara temporer selama pengempaan, dan akan kembali ke bentuk awal ketika partikel menyerap air atau uap air. Namun mekanisme pengembangan tebal panel lebih kompleks, karena dalam panel, sebetulnya partikel berikatan dengan adanya perekat, yang dapat mencegah terjadinya pengembangan tebal. Terjadinya pengembangan tebal panel merupakan kombinasi dari potensi *thickness recovery* dari partikel yang didensifikasi, dan kerusakan dari jaringan ikatan perekat (kekuatan ikatan antara partikel atau tekanan pada ikatan perekat).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perlakuan uap dan jenis perekat terhadap sifat fisis dan mekanis produk papan partikel serat alam yang dihasilkan.

Bahan dan Metode

Bahan baku serat Sisal dari Blitar, Jawa Timur, berasal dari daun tanaman *Agave Sisalana*. Sedangkan serat Abaka berasal dari batang tanaman *Musa textilis* dari Subang, Jawa Barat. Serat diproses menggunakan mesin dekortikator kemudian dikeringkan di udara terbuka. Perekat urea formaldehida (UF) dan melamin formaldehida (MF) yang digunakan, diproduksi oleh PT Palmolite Adhesive Industry, Jawa Timur (Anonymous 1999).

Persiapan serat, dilakukan dengan memotong serat Sisal dan Abaka sepanjang 0.5 ~ 2.0 cm. Untuk pembuatan papan kontrol, serat dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C, sampai kadar air serat sekitar 4%. Setelah pengeringan, serat siap digunakan dalam pembuatan papan partikel. Sementara itu, serat yang mendapatkan perlakuan uap, dimasukkan ke dalam otoklaf. Di mana otoklaf (merk *Antonfield*) yang digunakan berupa tabung tertutup dengan diameter 31 cm dan tinggi 72 cm. Dalam otoklaf tersebut air dipanaskan pada suhu 121°C selama 30 menit sehingga menghasilkan uap yang bertekanan 1.15 atm. Kemudian serat dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C sebelum digunakan dalam pembuatan papan partikel. Ukuran papan partikel berupa papan yang dibuat adalah 25cm x 25cm dengan ketebalan 0.8 cm. Target kerapatan papan adalah 0.7 g/cm³. Perekat yang digunakan adalah UF dengan kadar perekat 10% dan MF dengan kadar perekat sebesar 8% dan 10% berdasarkan berat kering serat.

Serat dan perekat dicampur dalam drum pencampur (*drum mixer*) menggunakan alat penyemprot (*spray gun*). Serat yang sudah bercampur dengan perekat, dibentuk hamparan/mat dengan tangan untuk membuat papan berukuran 25cm x 25cm. Mat serat dikempa panas pada tekanan 20 kgf/cm², suhu 130°C untuk perekat UF dan MF selama 10 menit. Untuk mendapatkan ketebalan yang diinginkan, ditempatkan batang baja setebal 0.8 cm diantara plat yang berisi serat.

Papan yang dihasilkan, dikondisikan pada suhu ruang, kemudian diuji sifat fisis dan sifat mekanisnya menurut *Japan Industrial Standard* untuk pengujian papan partikel (JIS A 5908). Sifat yang diuji antara lain, pengembangan tebal (TS), modulus elastisitas (MOE), modulus patah (MOR), keteguhan rekat (IB) dan kuat pegang sekrup (SW). Masing-masing pengujian dilakukan sebanyak 4 kali ulangan.

Pengukuran pengembangan tebal papan menurut cara pengujian JIS A 5908. Ukuran sampel uji TS adalah 5cm x 5cm. Ketebalan sampel uji diukur, kemudian sampel uji direndam dalam air pada suhu ruang, selama 24 jam. Setelah perendaman, sampel dikeluarkan dari air, dilap dari air yang menetes dan diukur ketebalannya. Besarnya pengembangan tebal karena penyerapan air dapat dihitung dengan membandingkan perubahan tebal

terhadap tebal awal sampel. Pengukuran TS dilakukan dengan 4 kali ulangan. Adapun rumus perhitungan TS papan partikel adalah sebagai berikut :

$$TS = (T_o - T_s) / T_o \times 100\%$$

di mana :

T_o = tebal awal papan partikel (mm)

T_s = tebal papan partikel setelah perendaman (mm)

Pengujian sifat mekanis menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* merk Shimadzu. Hasil pengujian sifat mekanis dari setiap sampel dikonversikan berdasarkan perbandingan antara densitas sampel dengan densitas yang ditargetkan. Untuk itu dilakukan pengukuran dimensi dan berat setiap sampel.

Hasil dan Pembahasan

Serat yang diuapkan mempunyai karakteristik kimia yang berbeda dari serat sebelum diuapkan (serat kontrol). Karakteristik kimia serat dapat dilihat pada Tabel 1.

Penguapan serat dengan otoklaf menyebabkan kadar zat yang terlarut dalam air dingin, air panas, NaOH 1% maupun etanol benzen (zat ekstraktif serat) berkurang, baik pada serat Sisal maupun serat Abaka. Uap air melarutkan zat ekstraktif larut air, NaOH 1% dan etanol benzene dalam serat. Menurut Munawar (2008) penguapan serat Nenas, Ramie dan Sansevieria pada suhu 100°C selama 2 jam menghilangkan sebagian komponen (lignin, wax dan minyak) dari permukaan serat.

Selain perbedaan karakteristik kimia juga dihitung *weight loss* akibat penguapan serat, menggunakan metode yang digunakan oleh Han *et al.* (2001). Adapun *weight loss* dari serat Abaka yang diuapkan selama 30 menit adalah sebesar 0.23%. Kehilangan berat tersebut lebih kecil dibandingkan dengan kehilangan berat beberapa serat alam lainnya. Berat serat Nenas, Ramie dan Sansevieria berkurang sebesar 4.8%, 10.1% dan 6.0% setelah penguapan pada titik didih air selama 2 jam (Munawar 2008). Besaran *weight loss* menggambarkan jumlah zat yang terdegradasi pada suhu 105°C, yang berkurang karena pelarutan oleh uap panas.

Table 1. Sisal fiber and Abaca fiber characteristics

Chemistry Characteristics	Sisal Fiber		Abaca Fiber	
	Controlled	Autoclaved 30 min	Controlled	Autoclaved 30 min
Moisture Content (%)	10.79	10.79	6.81	11.48
Solubility in cold water (%)	15.82	3.95	5.45	2.57
Solubility in hot water (%)	16.76	5.51	11.74	3.10
Solubility in Ethanol Benzene (%)	4.03	2.98	2.34	0.59

Menurut Runkel and Wilke (1951), hemiselulosa terdegradasi pada suhu antara 130°C sampai 194°C, sedangkan lignin terdegradasi pada suhu di atas 170°C. Menurut Sergeeva and Valvads (1954), pemanasan antara 95°C sampai 100°C menyebabkan terjadinya penguapan air, pemanasan antara 155°C sampai 259°C belum menyebabkan terputusnya ikatan pada selulosa, pemanasan antara 259°C sampai 452°C menyebabkan terputusnya rantai makromolekul selulosa, pemanasan antara 452°C sampai 500°C menyebabkan terbentuknya material yang stabil, reaksi pemanasan selulosa berakhir pada suhu 524°C.

Dengan demikian serat yang diuapkan dalam otoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit tidak menyebabkan terdegradasinya selulosa, hemiselulosa atau lignin. Pengurangan berat yang terjadi kemungkinan disebabkan berkurangnya pektin dan wax. Menurut Munawar (2008) Sisal mengandung 0.3% wax dan 10% pektin, sedangkan Abaka mengandung 0.2% wax dan 0.5% pektin. Menurut Donze J dalam Munawar (2008), wax dapat dihilangkan dari permukaan serat setelah penguapan pada suhu di atas 60 ~ 70°C.

Sifat Fisis Papan Partikel Abaka Sisal

Nilai pengembangan tebal papan partikel berkisar antara 48.16% sampai 87.1%, seperti yang terlihat pada Gambar 1 belum memenuhi standar yang ditetapkan JIS, yaitu maksimal 12%. Pada papan partikel Sisal dengan perekat UF 10% dan MF 8%, perlakuan uap serat dapat memperbaiki sifat pengembangan tebal papan partikel. Perlakuan uap menyebabkan dinding sel serat menjadi lebih plastis, meningkatkan *compressibility* serat, mengurangi *internal stress* sel, sehingga mengurangi pengaruh penyerapan air terhadap pengembangan dinding sel serat.

Berdasarkan analisis keragaman pada tingkat kepercayaan 95%, jenis serat ($P=0.253$) dan penguapan ($P=0.293$) tidak memberikan pengaruh yang nyata pada sifat pengembangan tebal papan, namun jenis perekat ($P=0.000$) memberikan pengaruh yang nyata. Penguapan serat menghasilkan pengembangan tebal papan yang lebih baik dengan perekat MF 8%.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Munawar *et al.* (2004), menggunakan serat Sisal atau serat Abaka dengan panjang partikel 1 ~ 2 cm, kadar air 5%, dan tanpa perlakuan pendahuluan, menyatakan bahwa nilai pengembangan tebal papan partikel Sisal dengan UF 10% sebesar 22.29% dan papan partikel Abaka dengan UF 10% sebesar 17.79%. Sementara itu Subyakto *et al.* (2005) menghasilkan papan partikel Abaka dengan perekat UF 10% memiliki nilai pengembangan tebal sebesar 53.6%.

Pada penelitian ini, pengembangan tebal papan partikel lebih besar dibandingkan dengan pengembangan tebal papan partikel yang dihasilkan oleh Munawar *et al.* (2004). Hal ini dapat disebabkan oleh perekat yang digunakan hanya menutupi permukaan terluar serat, tidak menembus ke dalam serat. Oleh karena itu pada saat direndam, air masih dapat masuk melalui ujung-ujung serat ke arah memanjang serat, sehingga menyebabkan pengembangan tebal papan yang besar.

Papan partikel dengan perekat UF mempunyai nilai pengembangan tebal yang lebih baik dibandingkan papan partikel dengan perekat MF. Hal demikian menggambarkan bahwa jaringan ikatan antara perekat UF dengan serat kontrol maupun serat yang telah diuapkan, lebih baik dibandingkan dengan jaringan antara perekat MF dengan serat.

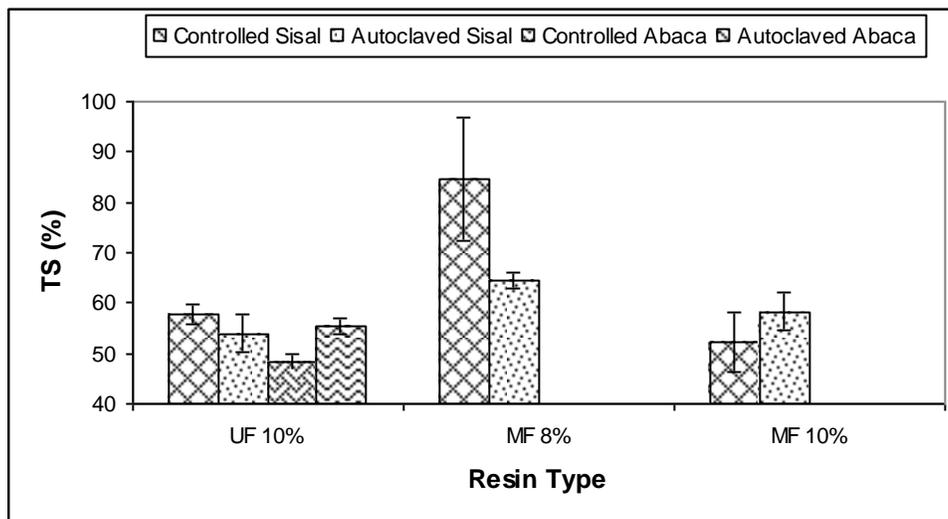


Fig 1. Thickness swelling (%) of the particleboards.

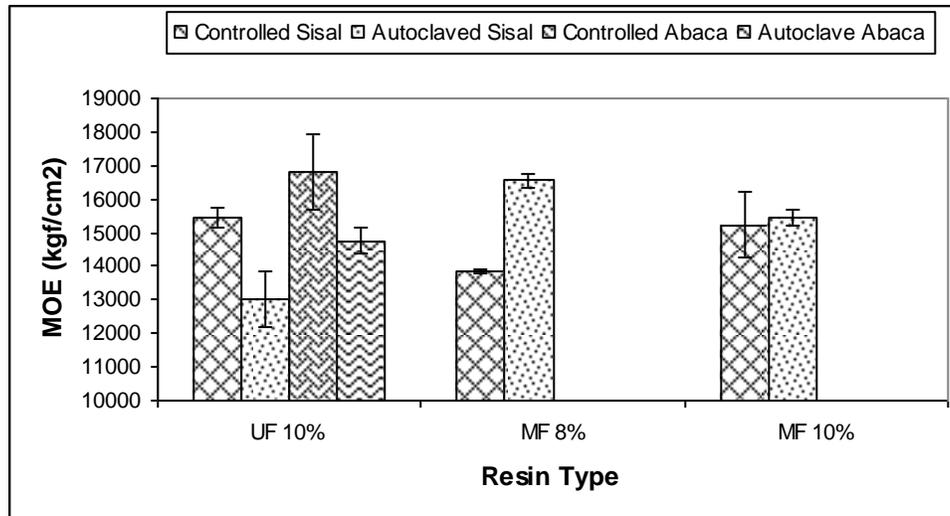


Fig 2. Modulus of elasticity (kgf/cm²) of the particleboards.

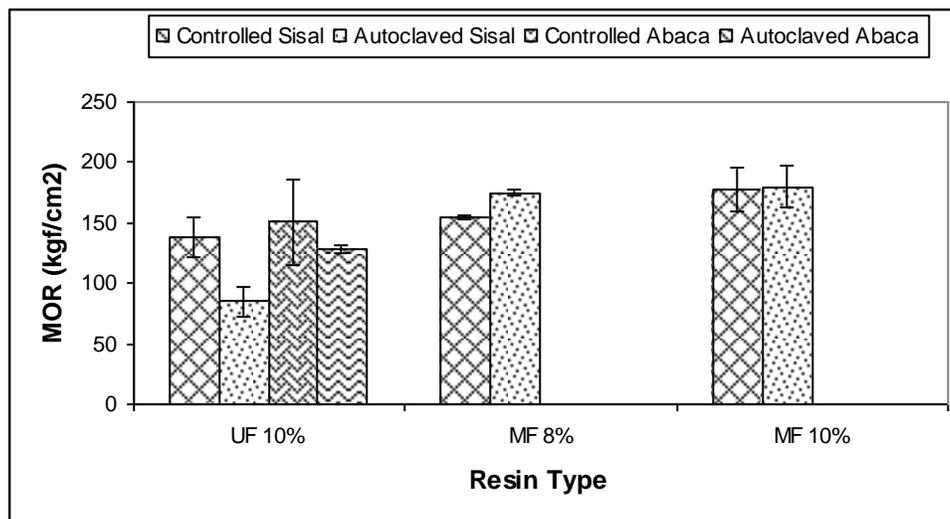


Fig 3. Modulus of rupture (kgf/cm²) of the particleboards.

Sifat Mekanis Papan Partikel Abaka Sisal.

Nilai modulus elastisitas (MOE) dari papan partikel berkisar antara 13023 kgf/cm² sampai 16831 kgf/cm², seperti yang terlihat pada Gambar 2, belum memenuhi standar yang ditetapkan JIS untuk *base particleboard* dan *decorative particleboard* tipe 8, yaitu minimal 20400 kgf/cm². Perlakuan uap meningkatkan nilai modulus elastisitas papan partikel Sisal dengan perekat MF. Perekat MF dapat membentuk ikatan yang lebih baik dengan serat Sisal yang sudah diuapkan, dibandingkan dengan serat kontrol.

Berdasarkan analisis keragaman pada tingkat kepercayaan 95%, modulus elastisitas papan tidak dipengaruhi oleh jenis perekat ($P=0.192$) dan penguapan ($P=0.175$), namun dipengaruhi oleh jenis serat ($P=0.028$).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Munawar *et al.* (2004), menyatakan bahwa nilai MOE papan partikel Sisal dengan UF 10% sebesar 21994 kgf/cm² dan papan partikel Abaka dengan UF 10% sebesar 12098 kgf/cm². Subyakto *et al.* (2005) menghasilkan papan partikel Abaka dengan perekat UF 10% memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 52933 kgf/cm². Belum diketahui penyebab dihasilkannya MOE yang lebih kecil pada penelitian ini.

Nilai modulus patah (MOR) dari papan partikel yang dihasilkan, berkisar antara 84.73 kgf/cm² sampai 179.98 kgf/cm², seperti yang terlihat pada Gambar 3, sudah memenuhi standar yang ditetapkan JIS untuk *base particleboard* dan *decorative particleboard* tipe 8, yaitu minimal 82 kgf/cm².

Perlakuan uap meningkatkan nilai MOR papan partikel Sisal dengan perekat MF. Serat yang diuapkan

dalam otoklaf membentuk papan partikel yang lebih kuat jika menggunakan perekat MF dibandingkan dengan papan partikel serat kontrol.

Berdasarkan analisis keragaman pada tingkat kepercayaan 95%, penguapan ($P=0.123$) tidak memberikan pengaruh yang nyata pada modulus patah papan, namun jenis serat ($P=0.027$) dan jenis perekat ($P=0.000$) memberikan pengaruh yang nyata

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Munawar *et al.* (2004), menyatakan bahwa nilai MOR papan partikel Sisal dengan UF 10% sebesar 174.12 kgf/cm² dan papan partikel Abaka dengan UF 10% sebesar 127.28 kgf/cm². Subyakto *et al.* (2005) menghasilkan papan partikel Abaka dengan perekat UF 10% memiliki nilai MOR sebesar 266.6 kgf/cm².

Nilai keteguhan rekat internal (IB) papan partikel berkisar antara 0.77 kgf/cm² sampai 3.84 kgf/cm², seperti yang terlihat pada Gambar 4, sebagian besar sudah memenuhi standar yang ditetapkan JIS untuk *base particleboard* dan *decorative particleboard* tipe 8, yaitu minimum 1.5 kgf/cm².

Perlakuan uap meningkatkan nilai IB papan partikel Abaka dengan perekat UF 10% dan papan partikel Sisal dengan perekat MF 8%. Dengan demikian serat Abaka yang akan direkat dengan UF sebaiknya diuapkan terlebih dulu. Sedangkan serat Sisal yang diuapkan akan menghasilkan papan partikel dengan nilai IB yang baik jika menggunakan perekat MF.

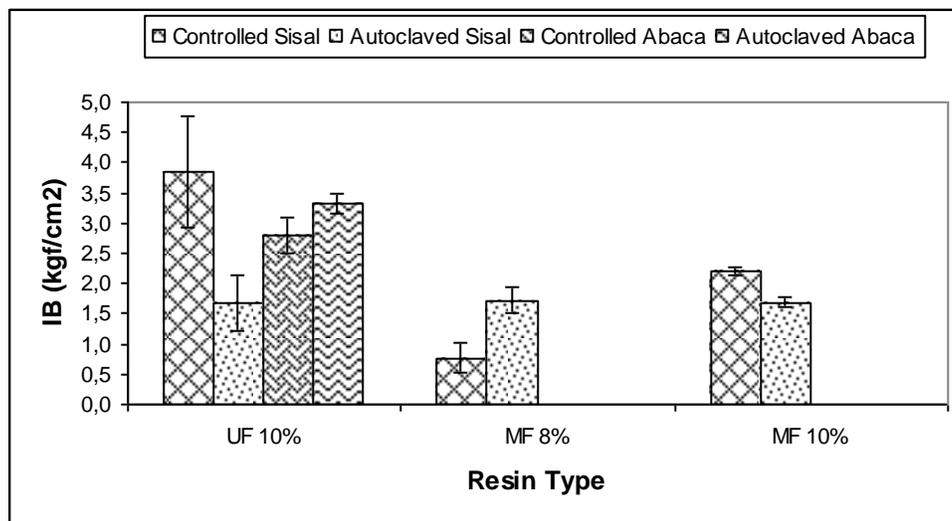


Fig 4. Internal bond (kgf/cm²) of the particleboards.

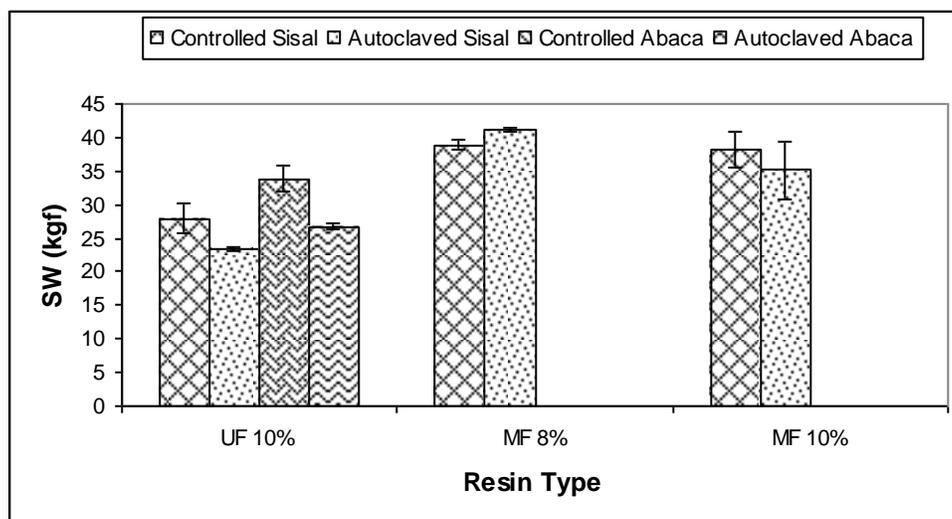


Fig 5. Screw withdrawal (kgf) of the particleboards.

Berdasarkan analisis keragaman pada tingkat kepercayaan 95%, jenis serat ($P=0.410$) dan penguapan ($P=0.249$) tidak memberikan pengaruh yang nyata pada keteguhan rekat internal papan, namun jenis perekat ($P=0.001$) memberikan pengaruh yang nyata.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Munawar *et al.* (2004), menyatakan bahwa nilai IB papan partikel Sisal dengan UF 10% sebesar 2.97 kgf/cm² dan papan partikel Abaka dengan UF 10% sebesar 5.07 kgf/cm². Subyakto *et al.* (2005) menghasilkan papan partikel Abaka dengan perekat UF 10% memiliki nilai keteguhan rekat sebesar 7.0 kgf/cm².

Menurut Munawar (2008) penguapan serat pada suhu 100°C selama 2 jam menurunkan sudut kontak antara larutan perekat dengan serat Nenas sebesar 25%, larutan perekat dengan serat Ramie sebesar 26%, dan larutan perekat dengan serat Sansevieria sebesar 10%. Penurunan sudut kontak antara larutan perekat dengan serat menyebabkan terjadinya peningkatan *wettability* serat. Peningkatan *wettability* dapat disebabkan oleh hilangnya wax dan pektin dari permukaan serat. Wax membentuk lapisan tipis pada permukaan serat yang menghalangi perekatan. Dengan hilangnya wax, permukaan serat menjadi lebih halus sehingga perekat dapat membasahi permukaan serat dengan lebih baik.

Nilai kuat pegang sekrup (SW) papan partikel berkisar antara 23.47 kgf sampai 41.11 kgf, seperti yang terlihat pada Gambar 5, sebagian sudah memenuhi standar JIS untuk *base particleboard* dan *decorative particleboard* tipe 8, yaitu 31 kgf.

Berdasarkan analisis keragaman pada tingkat kepercayaan 95%, jenis perekat ($P=0.000$) tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kuat pegang sekrup papan, namun jenis serat ($P=0.281$) dan penguapan serat ($P=0.126$) memberikan pengaruh yang nyata.

Perlakuan uap dapat meningkatkan nilai SW pada papan partikel Sisal dengan perekat MF 8%. Perekat UF menghasilkan papan partikel dengan nilai SW yang belum memenuhi standar JIS. Sedangkan perekat MF menghasilkan papan partikel dengan nilai kuat pegang sekrup yang sudah memenuhi standar JIS.

Kesimpulan

Perlakuan uap terhadap serat Sisal dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis papan partikel Sisal dengan perekat melamin formaldehida pada kadar perekat 8%.

Peningkatan sifat papan partikel kemungkinan disebabkan oleh terlarutnya wax dan pektin dari permukaan serat sehingga memperbaiki ikatan antara serat dengan perekat.

Untuk memperbaiki sifat pengembangan tebal papan yang masih tinggi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menguraikan serat menjadi komponen yang lebih kecil.

Daftar Pustaka

- Anonymous. 1999. Catalog, PT. Palmolite Adhesive Industry.
- Han, G.; K. Umemura; M. Zhang; T. Honda; S. Kawai. 2001. Development of High-Performance UF-Bonded Reed and Wheat Straw Medium-Density Fiberboard. *Journal of Wood Science* 47: 350-355.
- JIS A 5908: Particles Boards, Japanese Standard Association, Japan, 1994.
- Munawar, S.S.; B. Subiyanto; Subyakto; L. Suryanegara. 2004. Development of Panel Product from Natural Fiber of Sisal (*Agave Sisalana*). *Proceedings of 5th IWSS*, Kyoto, Japan. p.367-369.
- Munawar, S.S. 2008. Properties of Non-Wood Plant Fiber Bundles and the Development of their Composites [Dissertation]. Departement of Forestry and Biomaterials Science, Graduate School of Agriculture, Kyoto University.
- Runkel, R.O.H. and K.D. Wilke. 1951. Chemical Composition and Properties of Wood Heated at 140°C to 200°C in a Closed System without Free Space. Part II. *Holz als Roh und Werkstoff* 9:260-270. Germany.
- Seino, N.; M. Inoue; M. Irie. 1997. Thickness Swelling and Internal Bond Strength of Particleboards from Steam-Pretreated Particles. *Mokuzai Gakkaishi* 43(12): 1009-1015.
- Seino, N.; M. Inoue; M. Irie; T. Adcock. 1999. The Mechanism Behind the Improved Dimensional Stability of Particleboards Made From Steam-Pretreated Particles. *Holzforchung* 53(4).
- Sergeeva, V.N. and A. Vaivads. 1954. Thermographic Study of the Pyrolysis of Wood and Its Constituents. *Latvijas PSR Zinat. Akad. Vestis* 86(9): 103-108. Russia.
- Subyakto; F.A. Syamani; I. Budiman; S.S. Munawar; B. Subiyanto. 2005. Development of Biocomposites from Abaca Fiber Glued with Urea or Phenol Formaldehyde. *Proceeding of International Symposium on Wood Science and Technology*, Yokohama, Japan.
- Syamani, F.A.; I. Budiman; Subyakto; B. Subiyanto. 2006. Pemanfaatan Serat Abaca (*Musa textilis*) dan Serat Sisal (*Agave Sisalana*) Untuk Produk Komposit. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI*. Banjar Baru, Kalimantan Selatan.

Makalah masuk (*received*) : 07 Desember 2007
Diterima (*accepted*) : 05 Mei 2008
Revisi terakhir (*final revision*) : 07 Juli 2008

Firda Aulya Syamani, Kurnia Wiji Prasetyo, Ismail Budiman, Subyakto, dan Bambang Subiyanto.
UPT Balai Litbang Biomaterial (*Research and Development Unit for Biomaterials*)
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (*Indonesian Institute of Sciences*)
Jl. Raya Bogor Km. 46, Komplek LIPI Cibinong
Tel. :62-21-87914511
Fax : 62-21-87914510